SCHEDA FAX-MODEM

Inviare informazioni e dati attraverso la rete telefonica commutata è diventata una prassi molto comune, grazie anche all'evoluzione delle tecnologie legate al mondo delle comunicazioni e dell'informatica.

tutti conoscono il sistema di trasmissione dei documenti tramite FAX, che permette di riprodurre all'altro capo della linea telefonica, dove è stata eseguita la chiamata, una copia esatta del documento originale; con questo dispositivo è diventato possibile inviare preventivi, fatture, documenti, ecc.
Un altro sistema utilizzato per inviare o ricevere file dati, o per eseguire dei programmi a distanza, è quello che prevede l'impiego del modem.

La scheda presentata è in grado di svolgere sia le funzioni di un modem che quelle di un fax

Integrato per il controllo del funzionamento della scheda fax-modem

La scheda che verrà di seguito esaminata è in grado di svolgere sia le funzioni di un modem che quelle di un fax, per cui risulta di grande utilità in quanto con un solo modulo è possibile avere a disposizione entrambi i dispositivi.

Questa scheda presenta una serie di caratteristiche operative che la rendono particolarmente interessante:

- *come fax lavora in ambiente Windows, e come modem con qualsiasi programma di comunicazione presente in commercio,*
- *è in grado di inviare e ricevere dati e informazioni mentre si sta utilizzando il PC con altri programmi diversi da quello di gestione della scheda,*
- *può visualizzare istantaneamente sullo schermo il documento o il file ricevuto,*
- *il software applicativo di questa scheda consente la gestione del mouse, che ne facilita l'utilizzo,*
- *offre la possibilità di unire diversi archivi in uno solo, e in certe situazioni semplifica la comunicazione, come quando è necessario inviare diversi archivi allo stesso numero telefonico,*
- *permette di inviare lo stesso fax a diversi destinatari senza dover ogni volta impostare i numeri singolarmente, grazie alla possibilità di creare degli elenchi telefonici personalizzati,*
- *è dotata della funzione di richiamo automatico, e memorizza le diverse comunicazioni ricevute e trasmesse per facilitare il controllo del flusso delle informazioni sia in trasmissione che in ricezione.*

Il software applicativo di questa scheda consente l'utilizzo del mouse

Inoltre, è possibile collegare uno scanner esterno tramite il quale catturare immagini e documenti, per inviarli al destinatario con un grado di fedeltà molto elevato.

Con questa scheda si può ricevere un fax da un'altro punto della linea telefonica e inviarlo a una stampante, ottenendo una copia del documento originale con una qualità molto elevata che dipende principalmente dal tipo di stampante utilizzata.

Per essere sempre pronti a ricevere una chiamata per la ricezione di un fax o di una comunicazione il PC deve essere sempre acceso, poiché se è spento anche la scheda fax-modem risulta disabilitata.

INSTALLAZIONE DELLA SCHEDA

Finestra di selezione a icone del programma FAXit

L'installazione della scheda nel PC presuppone l'esecuzione di una serie di selezioni hardware e l'inserimento di alcune configurazioni software nei programmi di applicazione. Prima di inserire la scheda in uno slot libero del PC è necessario modificare una serie di ponticelli (*jumper*) per la selezione della porta di comunicazione con la quale si desidera operare (COM1, 2, 3, 4). Successivamente bisogna digitare la linea seguente:

MODE COM1: 1200,N,8,1 *(esempio per verificare lo stato della COM1)*

Se la porta risulta occupata, per esempio dal mouse, o non è utilizzata dal sistema, il PC risponderà: "*Invalid parameter COM1*".

Se non è occupata, ed è possibile utilizzarla, il PC risponderà: "*COM1: 1200,N,8,1*"

Dopo aver verificato la porta che si vuole utilizzare bisogna consultare la tabella di selezione dei ponticelli sul manuale della scheda, e impostarli per la configurazione corrispondente alla porta interessata. Al termine di queste operazioni si può inserire la scheda nello slot del PC.

A questo punto è possibile installare il software applicativo, che è composto dai programmi *FAXit* per il fax e *QuickLine* per il modem; è consigliabile, prima di iniziare la procedura di installazione, eseguire una copia dei programmi e utilizzare quest'ultima, conservando intatti gli originali.

Bisogna poi verificare, consultando il manuale della scheda, che l'elaboratore soddisfi la richiesta minima di memoria RAM, sia dotato dell'opportuno sistema operativo, che lo spazio libero sul disco rigido sia sufficiente, ecc.; inoltre, per poter utilizzare questi programmi, è necessario che sul disco rigido sia presente Windows in versione 3.0 o superiore.

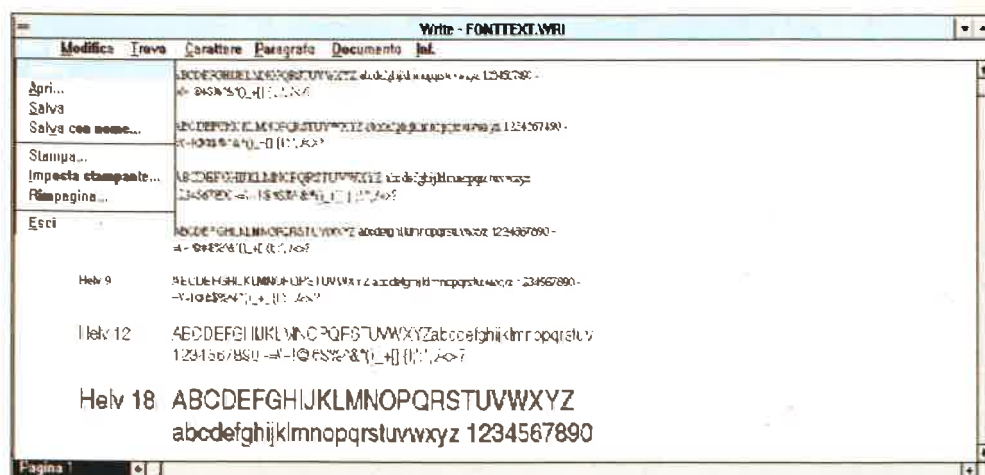
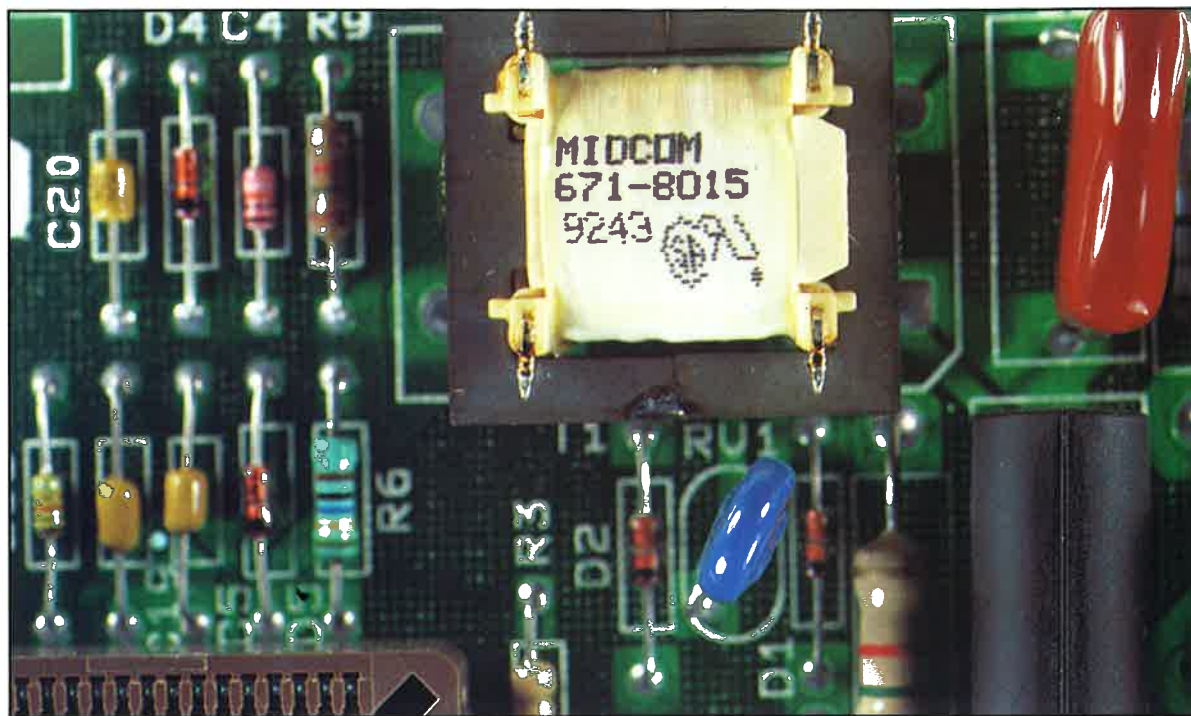
Per installare il programma del modem, QuickLine, si deve inserire nel drive A: o B: la copia del dischetto relativo e digitare:

CD\MODEM [Enter]

INSTALLAZIONE

Dopo aver opportunamente configurato la scheda bisogna installarla in uno slot del PC

Dopo aver lanciato il programma di installazione, che prevede la decompressione dei file e il loro trasferimento sul disco rigido, appare sullo schermo una videata di presentazione del programma QLII; a questo punto, premendo il tasto [Enter] compare un menu nel quale si deve selezionare l'opzione *Installazione del Programma*. Di seguito viene richiesta la directory nella quale si desidera installare il programma che, per default, è già impostata come C:\QLII. Dopo aver selezionato o

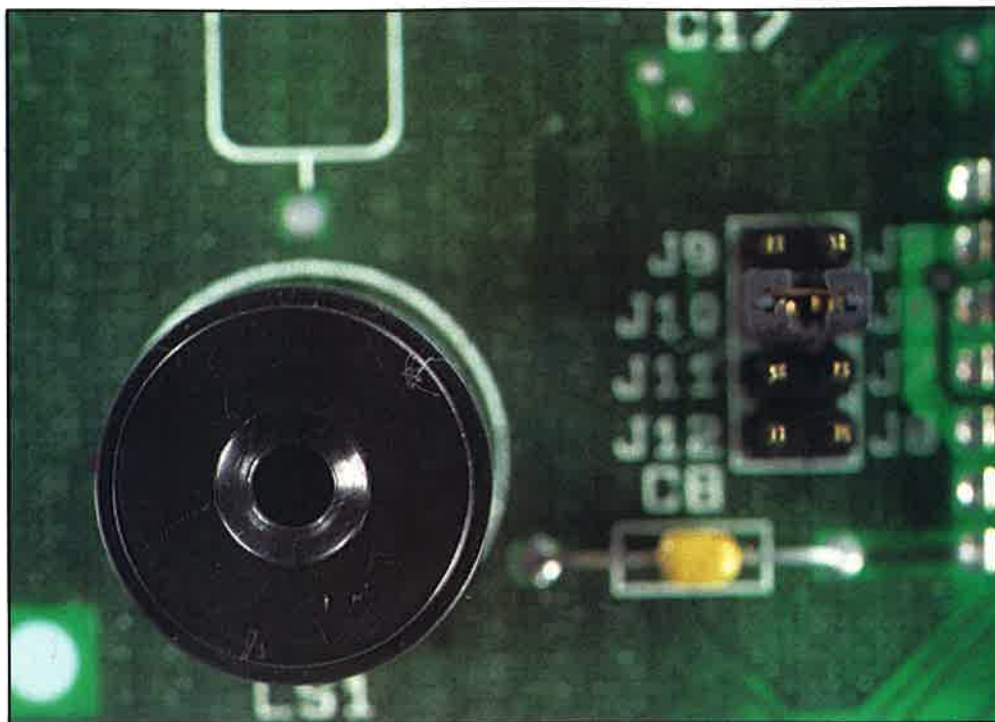
La finestra del Write FONTTEXT.WRI consente l'accesso alle diverse opzioni di FAXit per inviare e ricevere messaggi

Dettaglio del trasformatore di linea utilizzato nella scheda fax-modem

modificato la directory o il drive del disco rigido, bisogna premere il tasto [Enter]; l'installazione prosegue chiedendo una conferma della directory selezionata nella quale si vuole installare il programma. Se le impostazioni sono corrette bisogna premere il tasto *Y*; in caso contrario, premendo il tasto *N* si ritorna alla videata precedente di selezione del percorso di installazione. Al termine dell'installazione compare nuovamente il menu iniziale dove, questa volta, bisogna selezionare l'opzione *C* di uscita al DOS.
Scegliendo l'opzione *B* di questo menu viene stampato un manuale applicativo, molto utile per imparare il significato dei comandi di QLII.
Infine, dal prompt del DOS si deve entrare nella directory nella quale è stato installato il programma e digitare "QLII"; il programma chiederà di rispondere ad una serie di quesiti relativi alla configurazione hardware del sistema, quali il tipo di scheda video, la porta di comunicazione COM utilizzata per la scheda fax-modem, i parametri di controllo del modem, ecc.
Terminate queste operazioni si è pronti per utilizzare il modem e stabilire una comunicazione. Questa scheda può anche essere impiegata con altri programmi di comunicazione, purché questi lavorino in accordo con i comandi del protocollo AT già descritti nei capitoli precedenti.

Dopo aver installato il programma è necessario resettare il PC per fargli eseguire il nuovo AUTOEXEC.BAT

Installazione del programma FAXit

Il programma FAXit lavora in ambiente Windows, quindi la sua installazione dovrà avvenire dall'interno di Windows. Si deve allora lanciare questo programma, accedere al menu *File Manager*, selezionare tramite il mouse l'opzione *"File"* e, all'interno di questa l'opzione *Esegui*; nella finestra che appare bisogna digitare A: (o B):INSTALL (si deve preventivamente inserire il dischetto contenente il programma nel drive A: o B:) e premere [Enter]. Appare una schermata nella quale si richiede la directory e il drive nei quali si desidera installare il programma: per default, e normalmente non è necessario eseguire delle modifiche, viene proposta C:\FAX; successivamente bisogna selezionare nella finestra *FAX HARDWARE* l'opzione "Nuvotel Voyager 96424 PFX" e premere su "OK" con il mouse.
Il programma prosegue visualizzando una finestra nella quale vengono indicati i file copiati e, conclusa l'operazione di installazione degli stessi, viene aperta un'altra finestra nella quale viene richiesta l'autorizzazione a modificare il file AUTOEXEC.BAT. Se si autorizza questa operazione (si consiglia di far eseguire questa modifica automaticamente) il programma esegue le modi-

fiche del file AUTOEXEC.BAT, creando contemporaneamente una copia del file iniziale con il nome di AUTOEXEC.BAK; questo permette di recuperare, nel caso si dovessero verificare dei problemi, l'AUTOEXEC originale.
Al termine di quest'ultima operazione il programma risulta installato, ed è necessario resettare il PC per fargli eseguire il nuovo AUTOEXEC.BAT. A partire da questo momento è possibile utilizzare la scheda come fax, dopo averla preventivamente collegata alla linea telefonica tramite il cavo fornito all'atto del suo acquisto.

L'altoparlante indica acusticamente lo stato della linea

Come inviare un fax

L'invio di un fax è un'operazione piuttosto semplice, e per eseguirla si deve entrare in Windows, dove comparirà inizialmente la finestra relativa al Program Manager. Selezionando l'icona *FAXit for Windows* all'interno del gruppo nel quale è stato installato il programma per il fax, compare una nuova finestra nella quale si deve selezionare l'opzione *"Font Test"*. Sullo schermo appare la videata relativa al menu *Write-FontText.WRI*, nella quale si deve selezionare prima il menu a tendina *File*, e successivamente *Stampa*; eseguiti tutti questi passaggi si arriva alla schermata che consente di impostare le opzioni di stampa, quali:
- *N° di copie*
- *Pagine da inviare: Tutte*
- *Da, A*
- *Risoluzione*

Successivamente, selezionando con il mouse il tasto *Si*, si apre la finestra di impostazione dei dati del destinatario del fax, *FAXit-Select FAX Destination(s)*, nella quale viene richiesto di inserire alcune informazioni necessarie per il riconoscimento di quest'ultimo: nome (Name), numero di telefono (Phone), numero di FAX (FAX), giorno e ora in cui si desidera inviare il fax (Date, Time). Quest'ultima opzione consente di inviare un fax nel momento più opportuno, tramite una precedente programmazione che consente all'utente di non essere presente quando il fax viene inviato. Ad esempio, se si desidera inviare un fax dopo quindici minuti dal

Tramite questa finestra è possibile inviare e ricevere fax

FAXit - Select FAX Destination(s)
File Options
Name Phone
Co. FAX
Date ASAP Time ASAP OK Cancel
Phonebook: FAXNUMS.FXD
Nuvo, Nuvo Corporation of America
Add Delete
Replace Group >>

Dalle agende è possibile inviare un fax a uno qualsiasi dei nominativi registrati

momento in cui lo si è elaborato, bisogna impostare l'opzione "*Time*" a +15; se invece si desidera inviare un fax in un certo giorno e ad una determinata ora bisogna programmare opportunamente le opzioni "*Date*" (per il giorno) e "*Time*" per l'ora. L'opzione *ASAP* (As Soon As Possible) permette invece la trasmissione immediata.

In questa finestra compare anche una agenda telefonica, nella quale si possono registrare i numeri di fax corrispondenti agli utenti con i quali si comunica più frequentemente; ciò rende possibile selezionare tutte le impostazioni relative a quel determinato destinatario in modo automatico e immediato, senza doverle digitare ogni volta. Per sfruttare questa opzione è sufficiente selezionare con il mouse il nome dell'abbonato desiderato, e le sue impostazioni, quali il nome, l'Azienda di appartenenza, il numero di fax, ecc., vengono automaticamente riportate nelle corrispondenti caselle; rimangono invariate solo la data e l'ora di trasmissione, che devono essere opportunamente impostate. Cliccando successivamente sul tasto *OK* il fax viene inviato al destinatario selezionato.

La scheda fax-modem occupa uno slot interno al PC

Esiste anche la possibilità di inviare lo stesso fax a un gruppo di abbonati, selezionando con il mouse l'opzione "*Group*" e successivamente *OK*. Automaticamente si avvia il processo di trasmissione a tutti i numeri selezionati senza la necessità che l'operatore sia presente.

Esiste la possibilità di inviare lo stesso fax a un determinato gruppo di utenti

IL FAXIT MANAGER

I fax, oltre che essere inviati e ricevuti con le modalità viste in precedenza, possono anche essere visualizzati. Questa possibilità è applicabile sia per fax ricevuti, sia per quelli trasmessi, sia per quelli che si trovano in lista di attesa pronti per essere inviati; ciò risulta molto utile per verificare in qualsiasi momento il flusso delle informazioni elaborate dalla scheda fax-modem sia in fase di ricezione che di trasmissione. La selezione di questa opzione si ottiene cliccando sull'icona *FAXit Manager* presente nella finestra del Program Manager di Windows.

Abilitando questa funzione il programma presenta due diverse finestre, una per i messaggi ricevuti, *RECEIVE LOG*, e un'altra per i messaggi trasmessi o in lista di attesa, *TRANSMIT LOG*. Per seleziona-

re una o l'altra opzione è sufficiente posizionarsi con il mouse sulla finestra corrispondente e cliccare. Nella finestra del TRANSMIT LOG è possibile consultare la lista dei fax trasmessi e di quelli in attesa di essere inviati. Selezionando tramite il mouse uno di questi fax si possono ottenere ulteriori informazioni relative a quel file. Infatti, cliccando due volte sul fax desiderato compare una nuova finestra che contiene le indicazioni relative allo stato del documento: nome del file, destinatario, N° di FAX, giorno e ora nel quale è stato inviato, o nel quale dovrà essere inviato se è in lista di attesa. In questa finestra sono disponibili anche una serie di opzioni che consentono, ad esempio, di visualizzare sullo schermo la o le pagine del fax selezionando con *View*, stampare questo documento per intero o in modo parziale con *Print*, oppure salvarlo con un nome diverso da quello originale con *Save as*. Queste ultime due opzioni diventano disponibili aprendo il menu a tendina *File*.

Nell'opzione FILE è possibile scegliere tra le diverse modalità di invio del fax

Inoltre, aprendo una finestra con il mouse, è possibile selezionare solo una parte del fax, per poter stampare o salvare separatamente solo ciò che interessa effettivamente, evitando così di occupare eccessiva memoria dell'elaboratore. Allo stesso modo, manipolando il messaggio è possibile cambiarne l'aspetto: invertire l'immagine, la larghezza del documento, la scala, ecc.

Il comando *STATUS* permette di visualizzare lo stato del documento, per sapere il numero di pagine che lo compongono e altre informazioni. Se si preme invece sul comando *CLEAR* viene cancellato il file selezionato; tuttavia, se si tratta di un file in lista di attesa, il programma richiede una conferma prima di eseguire la cancellazione.

Nel caso un fax non venga ricevuto correttamente, o se per qualsiasi altra ragione ne venga richiesto un nuovo invio, è possibile selezionare il comando *RESCHEDULE*, che automaticamente ritrasmette il documento interessato.

Tutte queste opzioni sono disponibili anche nella finestra relativa alla ricezione dei messaggi *RECEIVE LOG* dove, al contrario di prima, si opera con i messaggi ricevuti sino a quel momento e non con quelli da trasmettere.

Oltre che i menu *TRANSMIT LOG* e *RECEIVE LOG*, è disponibile anche un menu principale chiamato *FAXit MANAGER*, tramite il quale è possibile creare un'agenda telefonica personalizzata, verificare la versione di FAXit, impostarne il setup, ecc. Questo menu è dotato di quattro submenu a tendina selezionabili con il mouse, che sono i seguenti: *File, Edit, FAXit Driver* e *Window*.

Nella modalità OPTION è possibile controllare sia la formattazione del documento da inviare che altre opzioni

Il menu *File* presenta quattro opzioni: *NEW PHONEBOOK* permette di creare un nuovo elenco telefonico e di memorizzarlo nella directory desiderata; il file di questo elenco telefonico deve avere l'estensione .FXD perché possa essere riconosciuto da FAXit. Dopo aver creato l'elenco è possibi-

Esiste la possibilità di rinviare nuovamente un fax se questo non è stato ricevuto in modo ottimale

Menu opzionale del programma di gestione FAXit

le aggiornarlo inserendo i nominativi e i numeri di fax relativi agli utenti con i quali si desidera comunicare.

Poiché è possibile creare un numero illimitato di elenchi telefonici, memorizzandoli in directory diverse, è necessario utilizzare l'opzione *OPEN PHONEBOOK* per aprire quello interessato in quel momento.

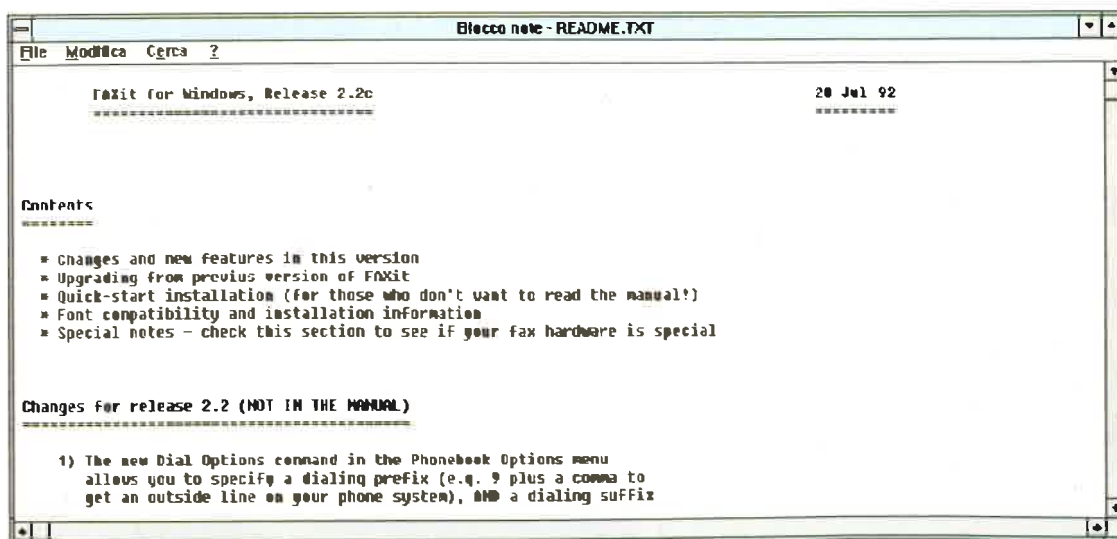
L'opzione *EXIT* consente di uscire dal programma al termine del lavoro, mentre con l'opzione *ABOUT FAXit* si ottengono informazioni relative alla versione del programma e altri dati di copyright.

Il menu *Edit* contiene diverse opzioni che permettono di modificare il documento tramite i comandi *Copy*, *Paste*, *Delete*, *Rotate*, ecc.

Con l'opzione *Select FAXit*, contenuta nel menu *FAXit Driver*, è possibile invece abilitare il FAX per una successiva stampa del documento ricevuto.

L'opzione *Setup FAXit* permette la configurazione del programma in funzione delle proprie esigenze, per renderlo di più semplice impiego e ottenere le migliori prestazioni.

L'ultimo menu disponibile è *WINDOW*, con il quale è possibile visualizzare gli elenchi telefonici, aggiungere o cancellare numeri a questi, e formare gruppi tramite l'opzione *Phonebook*; da questo menu non è però possibile inviare documenti. Le altre due opzioni che si trovano in questo sottomenu consentono invece di aprire direttamente le finestre *TRANSMIT LOG* e *RECEIVE LOG*.

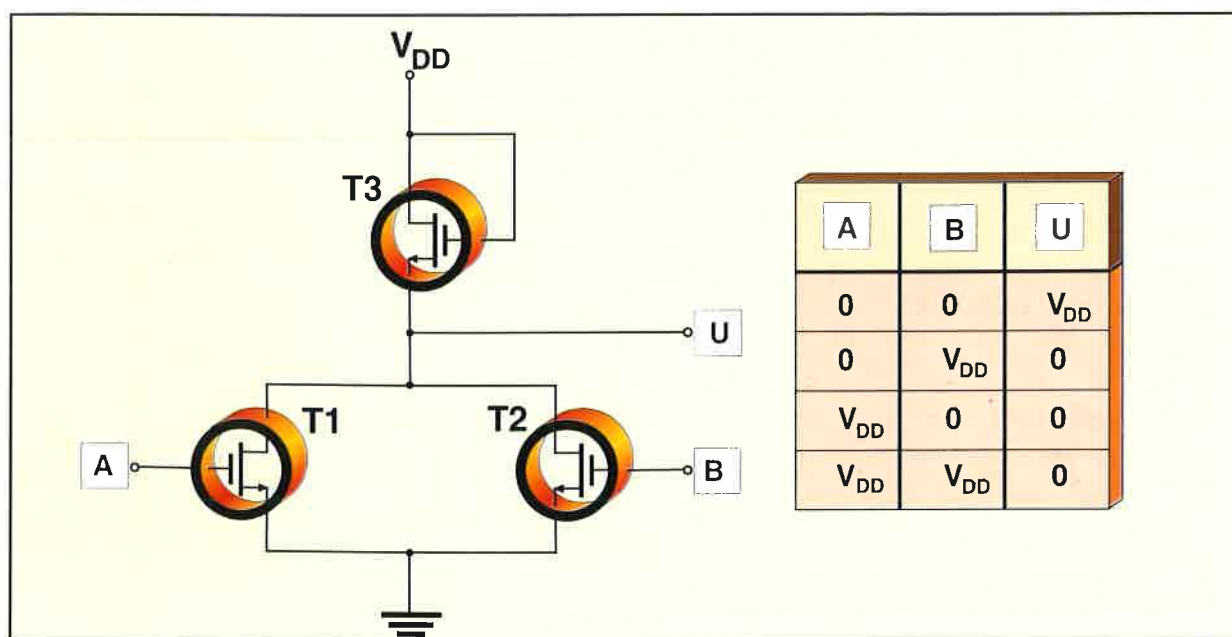
Tramite il file READ.ME si possono ottenere informazioni utili sul programma FAXit

Si possono creare diversi elenchi telefonici in directory differenti

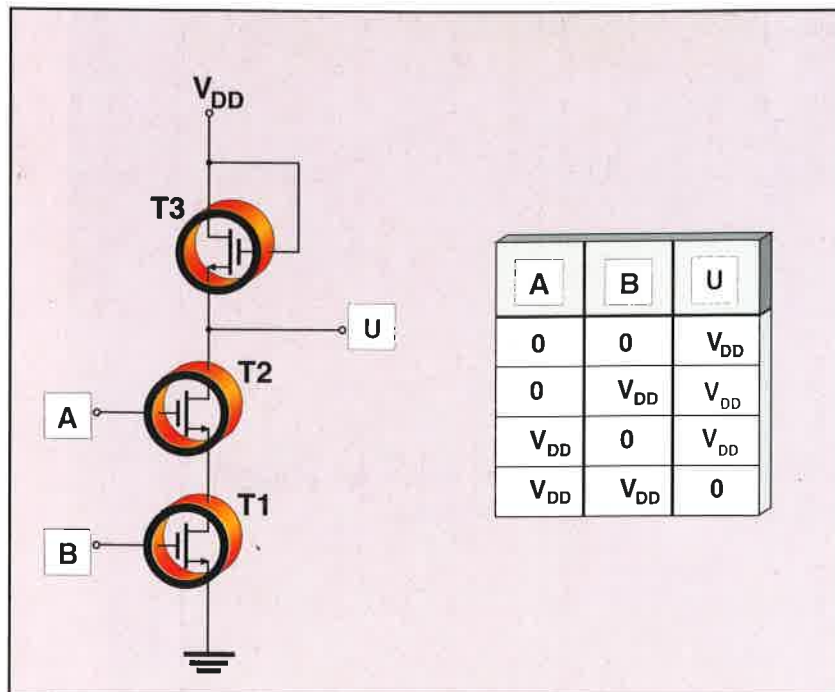
LE PORTE LOGICHE MOS

Nel capitolo precedente è stato descritto il funzionamento dei transistor MOSFET. Di seguito saranno esaminate le loro applicazioni nelle porte logiche.

LE PORTE MOSFET

La costruzione delle porte logiche si basa principalmente sugli invertitori con carico non lineare già accennati nel capitolo precedente. Di seguito verranno esaminati in maniera più esaustiva questi circuiti. Se si prende in esame l'invertitore ad arricchimento riportato nella corrispondente figura del capitolo precedente, il transistor T1 costituisce il *MOSFET pilota* mentre T2, che agisce come resistenza di carico, è definito *MOSFET di carico.* La caratteristica non lineare del carico è evidente: poiché il gate è collegato al drain, la tensione gate-source è uguale a quella drain-source, per cui la caratteristica di drain è costituita da una curva la cui pendenza esprime la conduttanza incrementale di T2. Inoltre, T2 è sempre in conduzione, indipendentemente dal fatto che T1 si trovi in conduzione o in interdizione.

A	B	U
0	0	V_{DD}
0	V_{DD}	0
V_{DD}	0	0
V_{DD}	V_{DD}	0

Porta NOR con MOSFET depletion o NMOS, e corrispondente tabella della verità

A	B	U
0	0	V_{DD}
0	V_{DD}	V_{DD}
V_{DD}	0	V_{DD}
V_{DD}	V_{DD}	0

La tabella della verità indica che il circuito rappresentato corrisponde a una porta NAND in tecnologia NMOS

Dopo questa necessaria premessa si ritorna alla descrizione delle porte MOSFET. Ogni invertitore descritto in precedenza può essere convertito in porte NOR o NAND utilizzando driver multipli in parallelo o in serie.

Porta NOR

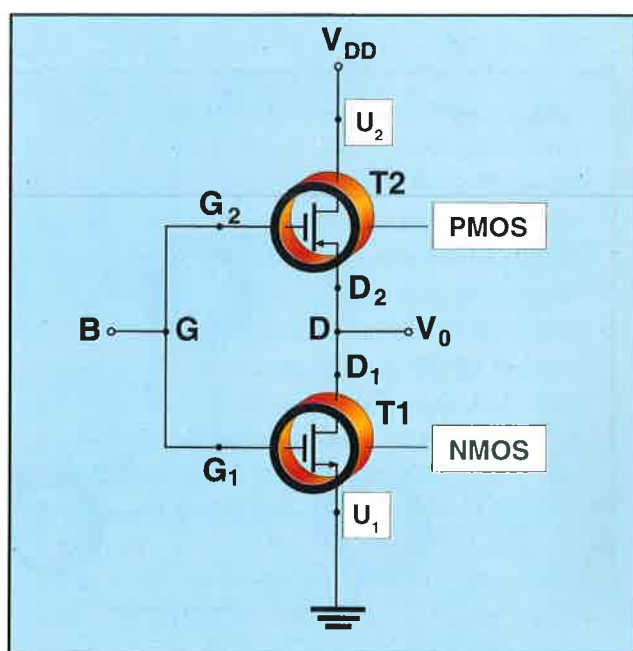
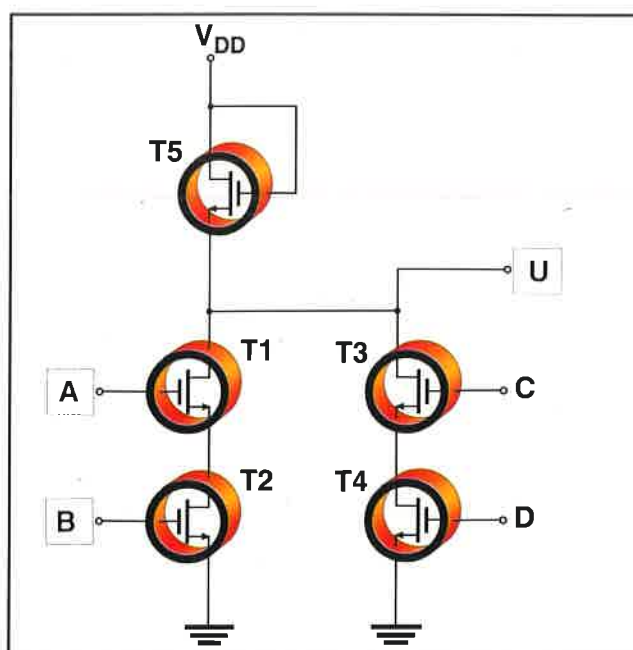
Tramite i dispositivi NMOS si ottengono sistemi a logica positiva con i seguenti livelli logici:

- *livello basso = 0 V*
- *livello alto = V_{DD}*

Con riferimento alla porta NOR della figura corrispondente, se i due ingressi sono a 0 V entrambi i transistor T1 e T2 sono in interdizione, e la corrente di drain è nulla; la caduta sul carico è anch'essa nulla, per cui l'uscita è pari V_{DD}, che corrisponde allo stato logico 1. Quando uno qualsiasi degli ingressi, o entrambi, assumono il valore V_{DD}, il MOSFET commuta in conduzione e l'uscita passa a livello basso, corrispondente a 0 V. Se si sviluppa la tabella della verità inserendo questi valori, si ottiene l'equazione logica U = /(A + B), che corrisponde a una porta NOR.

Porta NAND

Se ad uno qualsiasi degli ingressi del circuito riportato nella figura si applica uno stato logico 0, corrispondente ad una tensione di 0 V, il MOSFET relativo si trova in interdizione e la corrente è nulla. Di conseguenza, la caduta di tensione sul

Esistono combinazioni di porte logiche che possono essere realizzate in tecnologia MOSFET, come nel caso di questo invertitore Y-O

Invertitore in tecnologia CMOS, o MOSFET complementari

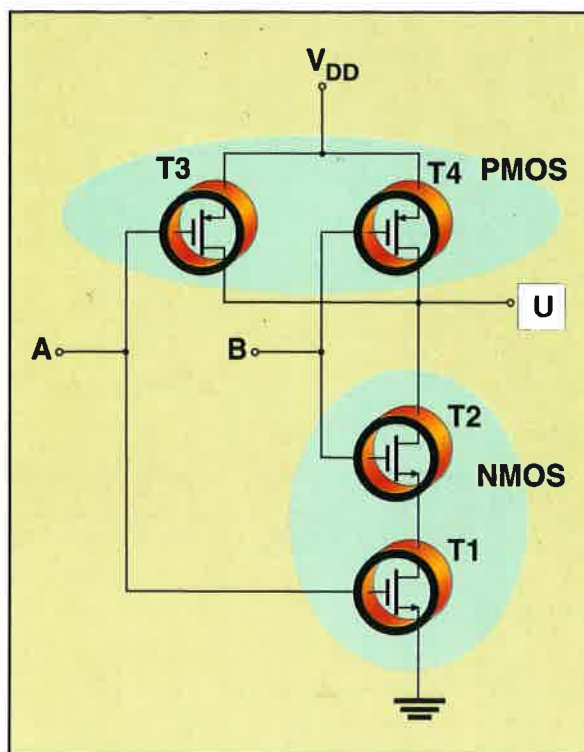
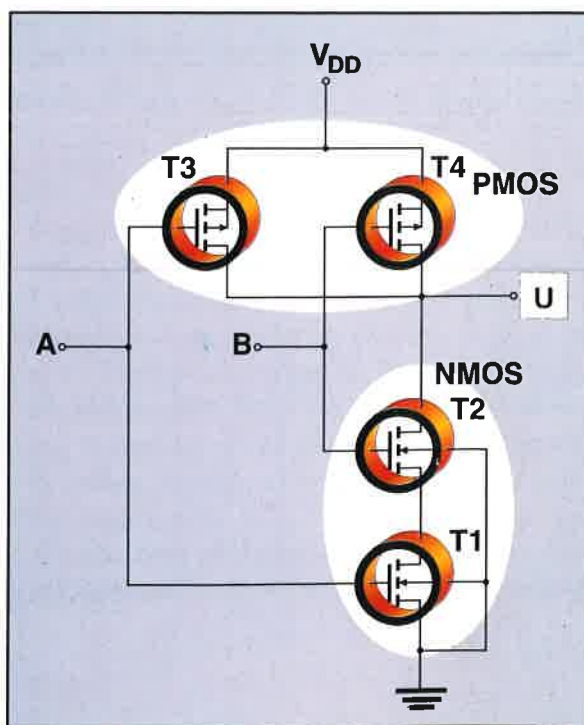
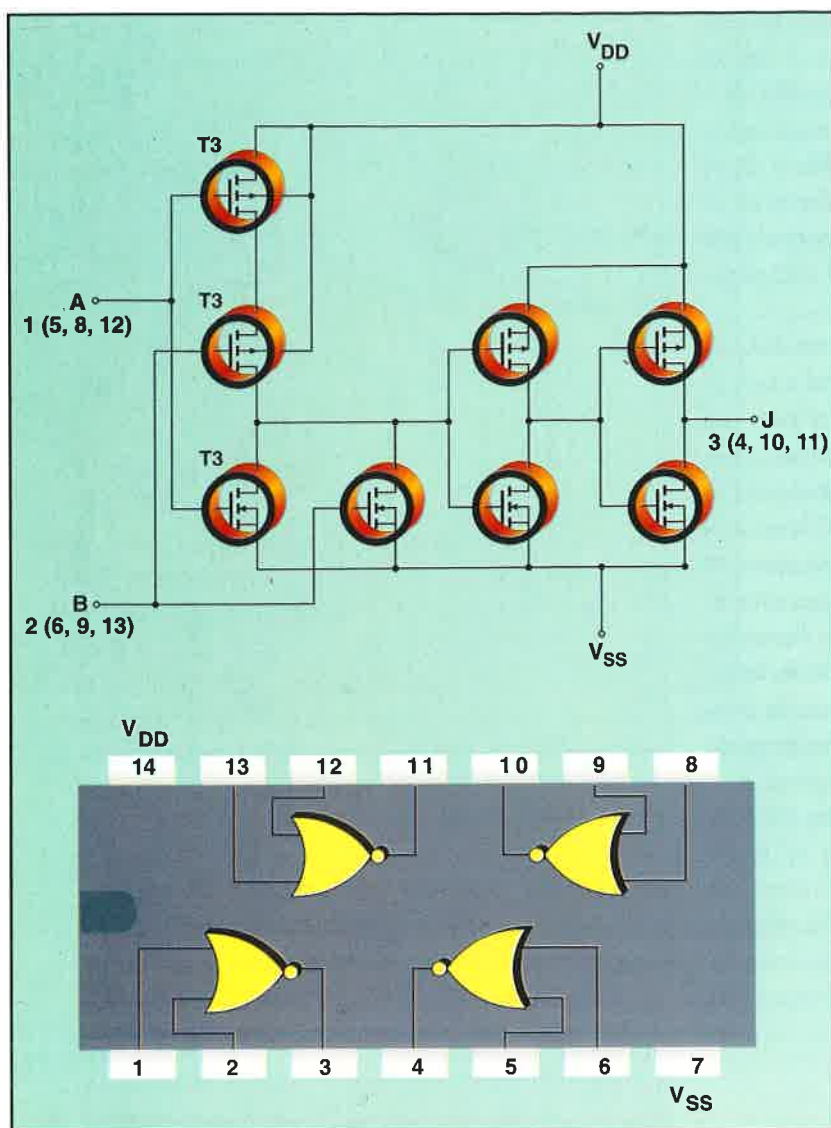
transistor di carico T3 è anch'essa nulla, per cui l'uscita è pari a V_{DD} o allo stato logico 1. Se, al contrario, gli ingressi passano a livello alto, A = B = V_{DD}, T1 e T2 vanno in conduzione e l'uscita passa a livello basso, corrispondente a 0 V. Inserendo questi valori nella tabella della verità, si può verificare che l'equazione logica risultante vale U = /(A*B), che corrisponde ad una porta NAND.

É interessante osservare che nella porta NAND solo una delle quattro possibili condizioni di ingresso produce un assorbimento di potenza dalla tensione di alimentazione; viceversa, nella porta NOR si può notare che l'assorbimento di potenza si verifica in tre condizioni di funzionamento. A causa dell'elevata densità di elementi MOSFET costruiti all'interno di uno stesso circuito integrato, è decisamente utile ridurre l'assorbimento di potenza nei sistemi integrati a larga scala. Per questo motivo vengono utilizzate principalmente le porte NAND, anche se le porte NOR non vengono completamente scartate.

Se invece di utilizzare circuiti di tipo NMOS vengono utilizzati dei PMOS, la porta NOR descritta diventa una porta NAND negata, mentre la porta NAND si trasforma in una NOR negata; sostituendo V_{DD} con $-V_{DD}$ si ottiene che il livello basso corrisponde ad un valore di tensione pari a 0 V e il livello alto corrisponde a $-V_{DD}$.

MOSFET COMPLEMENTARI

Quando su di uno stesso circuito integrato vengono costruiti un MOSFET a canale P e uno a canale N, si è in presenza di dispositivi chiamati MOSFET complementari o CMOS.

Il processo di fabbricazione parte da un substrato di tipo N nel quale viene diffusa una sacca di tipo P. Il transistor NMOS viene realizzato in questa regione di tipo P, mentre il transistor PMOS viene costruito in quella di tipo N. Il circuito rappresentativo di questa famiglia è l'invertitore CMOS, rappresentato nella figura. Il transistor pilota è quello a canale N, T1, mentre quello di carico è il MOSFET T2 a canale P. I due MOSFET sono collegati in serie tramite i drain, e l'uscita viene prelevata nel punto D. Anche i due gate sono collegati tra di loro, e l'ingresso viene applicato al punto comune G. La tensione di ingresso può variare tra 0 V e V_{DD}: quando viene applicato il valore di 0 V la tensione gate-source di T1 vale 0, per cui è in interdizione, mentre la tensione gate-source di T2 vale $-V_{DD}$, e di conseguenza si trova in conduzione. Ciò significa che attraverso quest'ultimo transistor circola una corrente che porta

Porta NAND CMOS, nella quale si può osservare la combinazione di elementi MOS, PMOS e NMOS

Rappresentazione della porta NAND CMOS, nella quale sono indicati i collegamenti del substrato per i PMOS e gli NMOS

Circuito elettrico e schema topologico di una porta NOR CMOS, molto diffusa in commercio

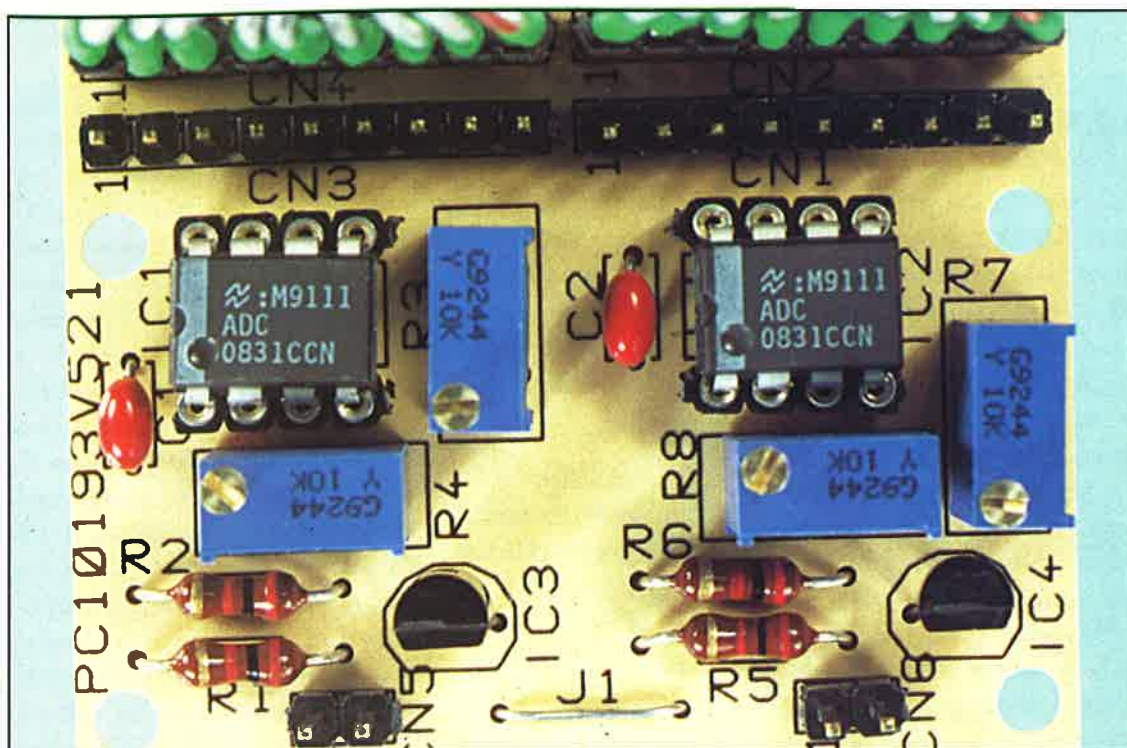
il punto D, e di conseguenza l'uscita, ad avere una tensione pari a quella di alimentazione V_{DD}. Questa condizione corrisponde ad uno stato logico 1 in uscita. Quando invece la tensione di ingresso è uguale a quella di alimentazione, allora T1 è in conduzione e T2 in interdizione. Ciò vuol dire che attraverso i due transistor non può circolare corrente, per cui non si verifica alcuna caduta di tensione sul transistor T1 e in uscita si avrà una tensione di 0 V corrispondente allo stato logico 0. Riassumendo, si può dire che in uno qualsiasi dei due casi la tensione di uscita assume una condizione contraria a quella di ingresso, da cui risulta un circuito logico equivalente a una porta invertente.

Come nel caso dei MOSFET a svuotamento e ad arricchimento, anche con i CMOS si possono costruire porte NOR e NAND. Nel caso di una porta NAND i driver NMOS sono in serie, mentre i corrispondenti carichi PMOS sono in parallelo, come si può verificare nella figura corrispondente. Di seguito si vedrà che si tratta effettivamente di una porta NAND.

Se l'ingresso A assume il valore 0, T1 è in interdizione e T3 in conduzione. Poiché la corrente che attraversa T1 e T3 è nulla, la caduta su T3 vale zero, e la tensione di uscita corrisponde a V_{DD}.

Se l'ingresso B assume il valore 0, analogamente alla situazione precedente T2 è in interdizione e T4 in conduzione, per cui anche in questo caso l'uscita corrisponde a V_{DD}.

Infine, se gli ingressi assumono contemporaneamente il valore V_{DD}, sia T1 che T2 conducono, mentre T3 e T4 sono in interdizione. Di conseguenza la tensione su T1 e T2 è nulla, e l'uscita si porta allo stato logico 0.

Se si osserva l'altra rappresentazione della porta NAND, nella quale sono riportate le connessioni del substrato, si può notare che il substrato N di ciascun PMOS è collegato alla tensione di alimentazione V_{DD}, mentre i canali di tipo P dei transistor NMOS sono collegati a massa. Queste connessioni garantiscono la polarizzazione inversa di tutte le giunzioni, in modo da rendere inutili le zone di isolamento, definite anche *anelli di guardia*. Per ottenere una porta NOR con questa tecnologia è sufficiente collegare in parallelo i driver NMOS e in serie i carichi PMOS.

Termometro controllato da PC

Il rilevamento della temperatura, utile per ricavare dei grafici che ne rappresentino l'andamento, diventa grazie a questa realizzazione una operazione semplice e interessante, considerando che il circuito consente di effettuare questa misura in modo duale tramite un unico progetto.

La misurazione della temperatura (ambiente o propria di qualche sostanza) ha sempre interessato i progettisti elettronici. Il sistema più classico per realizzare questa misura prevede l'impiego di resistenze variabili in funzione della temperatura. Queste agiscono come dei sensori, e le più utilizzate sono conosciute con i nomi di NTC e PTC, che appartengono alla categoria dei termistori.
Un termistore di tipo NTC è caratterizzato dalla variazione negativa del suo valore di resistenza nominale all'aumentare della temperatura: quando la

Un termistore NTC ha la particolarità di diminuire il suo valore resistivo all'aumentare della temperatura

Il sensore di temperatura utilizzato è incapsulato in un contenitore plastico tipo TO-92

temperatura aumenta la resistenza interna del resistore NTC (*Negative Temperature Coefficient*) diminuisce.
Il funzionamento del termistore PTC (*Positive Temperature Coefficient*) può essere definito analogo ma inverso al precedente; il valore della sua resistenza interna aumenta in modo proporzionale all'aumento della temperatura esterna.
La tecnologia costruttiva utilizzata per i termistori varia notevolmente in funzione del tipo di componente: NTC o PTC. Quelli di tipo NTC sono normalmente costituiti da ossido di ferro, cromo, manganese, cobalto e nichel, mentre quelli di tipo PTC sono formati da una struttura cristallina di titanato di bario. Queste differenze costruttive e di reazione alla temperatura portano all'utilizzo dei diversi termistori in circuiti di controllo della temperatura di natura completamente differente. Attualmente è però disponibile in commercio un altro tipo di componente per la rilevazione della temperatura: un sensore basato su una giunzione a semiconduttore.
I dispositivi semiconduttori puri presentano la caratteristica di diminuire la loro resistenza all'aumentare della temperatura. Questa diminuzione, nell'intervallo proprio della temperatura ambiente, può variare dal 3% al 6% per grado. Questa particolare proprietà di variabilità termica associata alle giunzioni a semiconduttore è stata utilizzata da diversi costruttori per creare dispositivi di rilevazione termica semplici, di piccole dimensioni e sufficientemente economici. Uno di questi dispositivi è il sensore termico LM335 della National Semiconductor. Il suo funzionamento si basa su un diodo zener interno (per cui il sensore propriamente detto è dotato di due soli terminali), la cui tensione di rottura è direttamente proporzionale alla temperatura assoluta. Il suo rapporto dV/dT è di 10 mV/°K. La sua impedenza dinamica è inferiore a 1 Ω, e può lavorare senza variazioni percettibili nell'intervallo di correnti comprese tra 400 μA e 5 mA. Le temperature alle quali può operare l'LM335 sono comprese tra -40 °C e +100 °C.

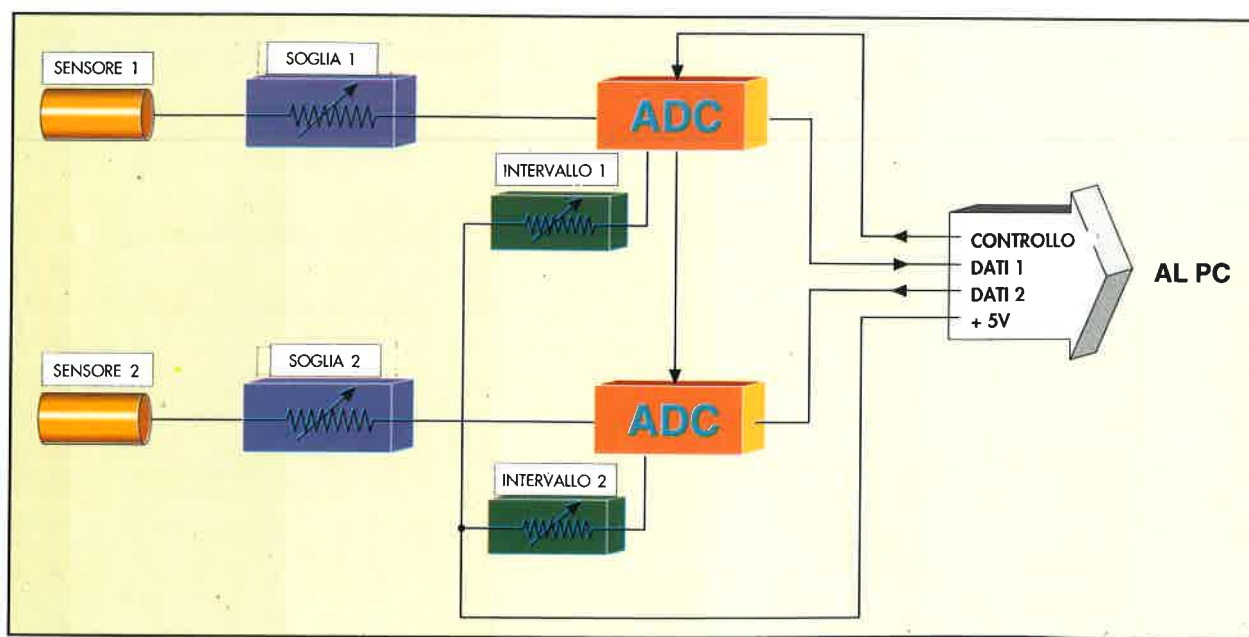
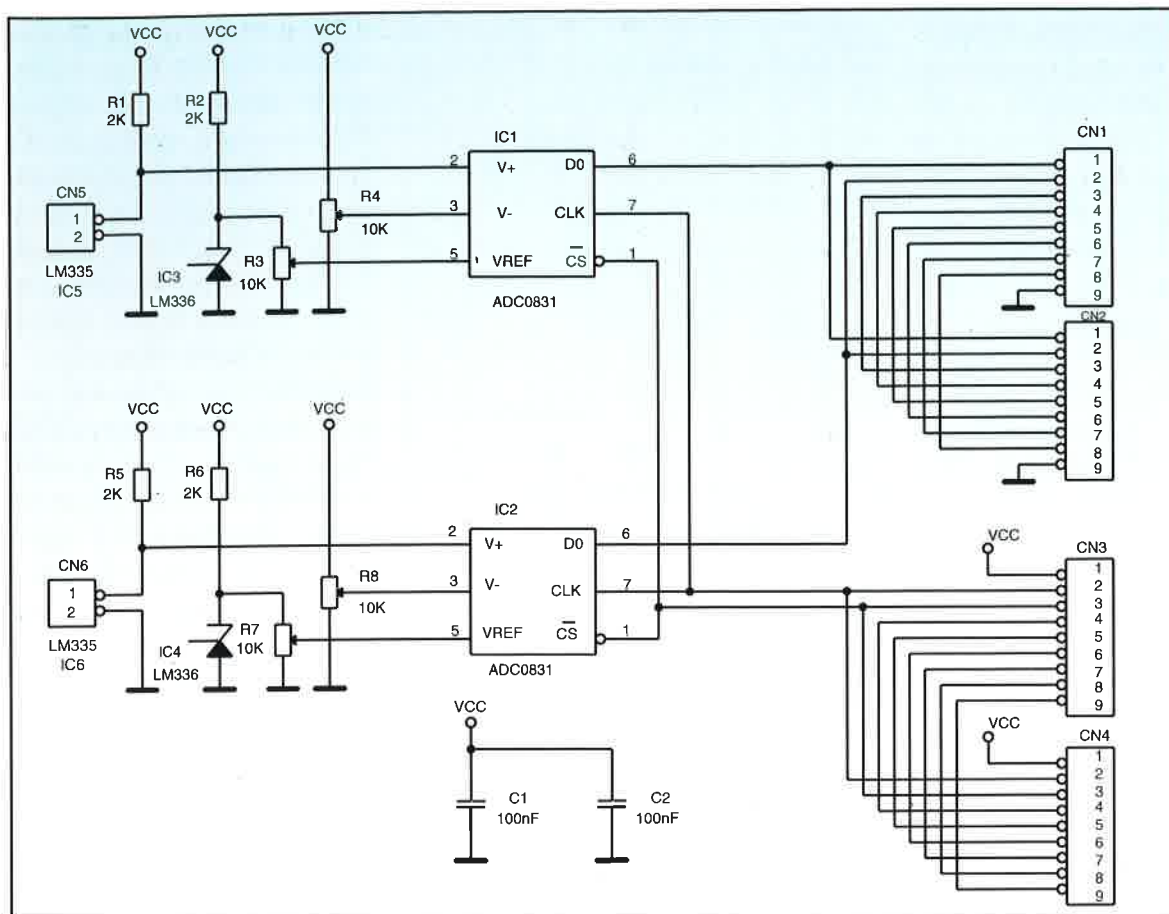
L'intervallo di temperatura entro il quale può operare l'integrato LM335 varia da -40 °C a +100 °C

Il sensore utilizzato in questa realizzazione è incapsulato in un contenitore plastico TO-92, anche se è disponibile in contenitore metallico di tipo TO-46.

IL CIRCUITO

Come si può osservare nello schema corrispondente, il circuito proposto impiega una coppia di

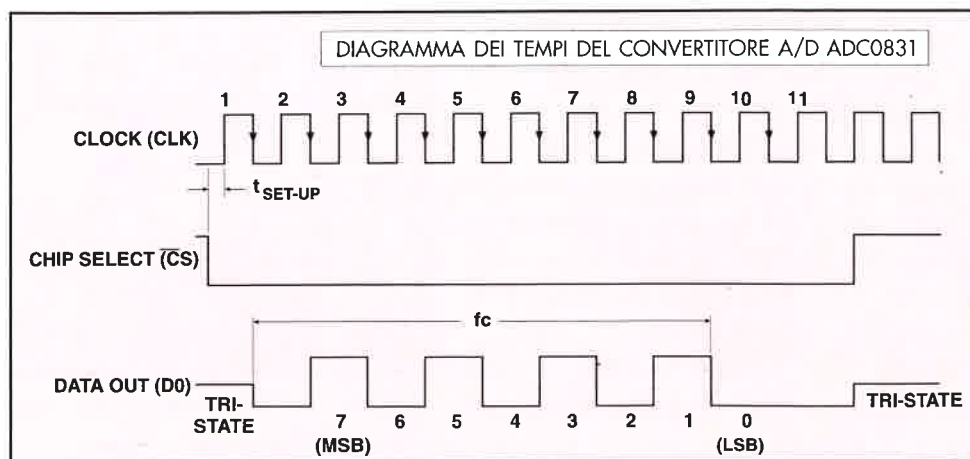
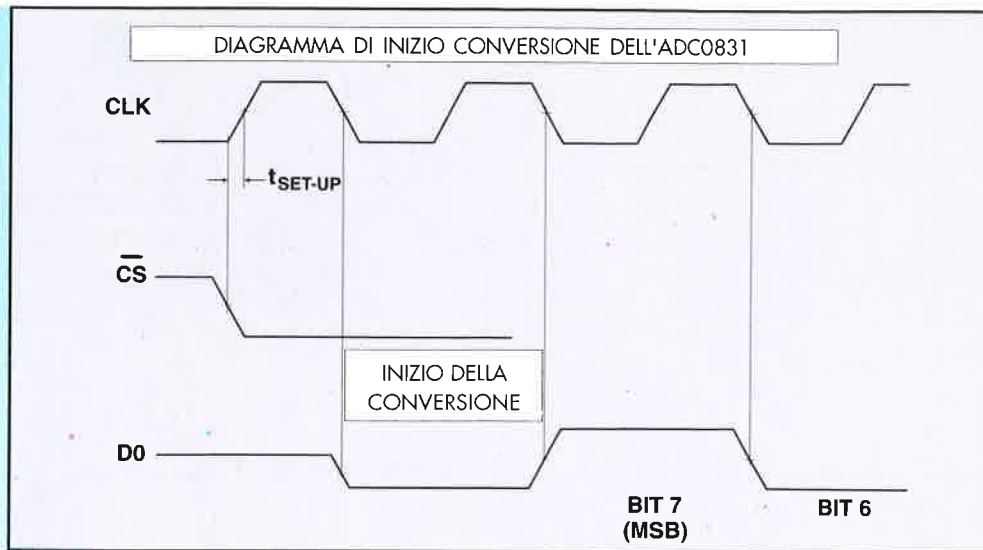
Schema a blocchi del doppio circuito sensore di temperatura

Schema elettrico dell'interfaccia termica

Per la semplicità della sua struttura, come convertitore A/D è stato scelto l'ADC0831

sensori che consentono di eseguire misure duali, come ad esempio la temperatura interna ed esterna di una casa. Il circuito può essere perciò suddiviso in due parti completamente simmetriche. Dopo aver fatto questa opportuna precisazione, è possibile procedere con l'analisi dello schema elettrico.

Il segnale proveniente dai sensori viene inviato a un convertitore analogico-digitale, nella pratica il circuito integrato ADC0831 della National Semiconductor.

Tra l'ampia gamma di convertitori A/D disponibili in commercio è stato scelto questo per la semplicità della sua struttura, che si traduce in una maggior semplicità di lavoro nel momento in cui verrà eseguito il montaggio. I convertitori più diffusi sono quelli che realizzano una conversione di tipo parallelo: i bit che compongono un determinato dato vengono campionati e convertiti in una sola operazione, vale a dire contemporaneamente. La particolarità del circuito A/D (convertitore Analogico/Digitale) preso in esame invece, è che l'acquisizione dei

Diagramma dei tempi del convertitore A/D ADC0831

Dettaglio del diagramma dei tempi all'inizio della conversione A/D

dati da trattare e la relativa elaborazione viene eseguita in modo seriale.

Il segnale termico che deve essere misurato viene acquisito, come si può osservare nello schema corrispondente, in modo differenziale tra i terminali di ingresso V- e V+. Per far sì che la conversione avvenga all'interno dell'intervallo stabilito, è necessario prefissare alcuni parametri di riferimento.

Per descrivere il funzionamento del processo di acquisizione si ricorre alla configurazione utilizzata nel progetto in esame: si può osservare che la variazione di tensione derivante dallo Zener di misura (si intenda per questo il circuito integrato LM335) viene prelevata sul suo catodo e inviata al terminale 2 del circuito A/D; la tensione presente sul terminale V- (terminale 3 dell'integrato) deve essere prefissata ad un valore di 2,53 V.

Con questa realizzazione si possono eseguire misure comprese tra -20 e +80 °C con 255 livelli di risoluzione

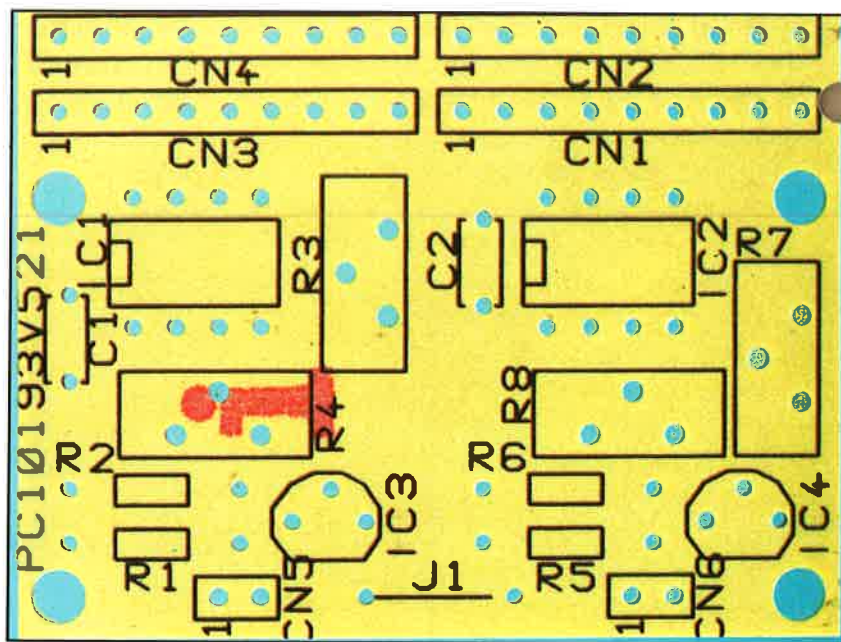
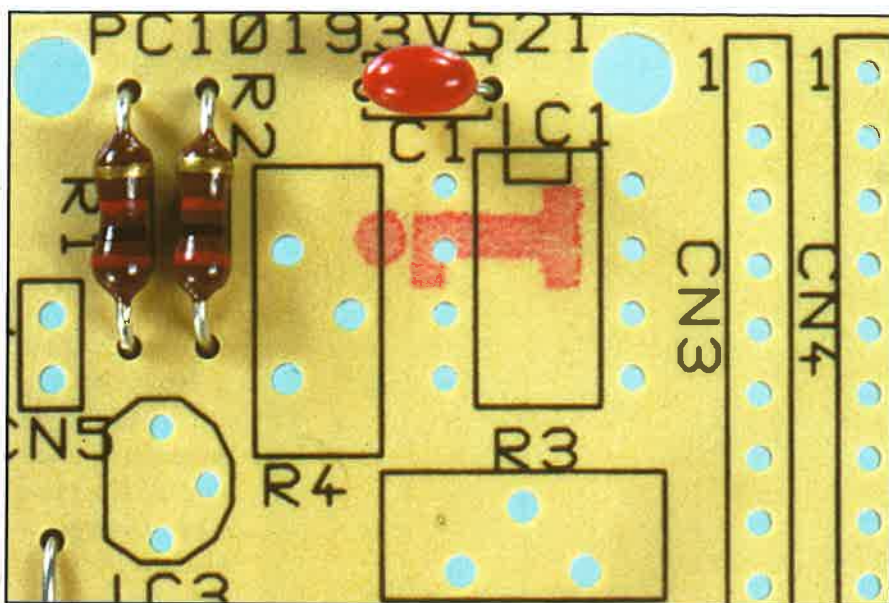
Per rendersi conto della soglia di lavoro gestita dall'ingresso analogico basti sapere che questo riceve una tensione di 2,98 V quando la temperatura è di 25 °C (la variazione lineare tensione/temperatura è di 10 mV/°C).

Il circuito, nel modo in cui è configurato, è in grado di eseguire misure comprese tra -20 °C e +80 °C. Questo comporta che quando la temperatura rilevata dal sensore LM355 è di -20 °C la tensione presente sull'ingresso V+ è di 2,53 V, il ché significa che il valore digitalizzato corrispondente a questa tensione è, dal punto di vista logico, corrispondente allo stato 0.

Seguendo lo stesso ragionamento, quando la temperatura arriva a +80 °C, il valore della tensione presente sul terminale 2 dell'ADC0831 è di 3,53 V, valore analogico la cui corrispondenza digitale sull'uscita del convertitore è di 255.

Con questo ragionamento risulta chiaro che il segnale digitalizzato misurabile dal computer opera con 255 livelli di risoluzione, e che la soglia analogica gestita dall'ingresso del convertitore, o detto in altro modo la tensione fornita dal sensore termico, oscilla in un intervallo compreso tra 2,53 e 3,53 V.

LA CONVERSIONE ANALOGICO-DIGITALE

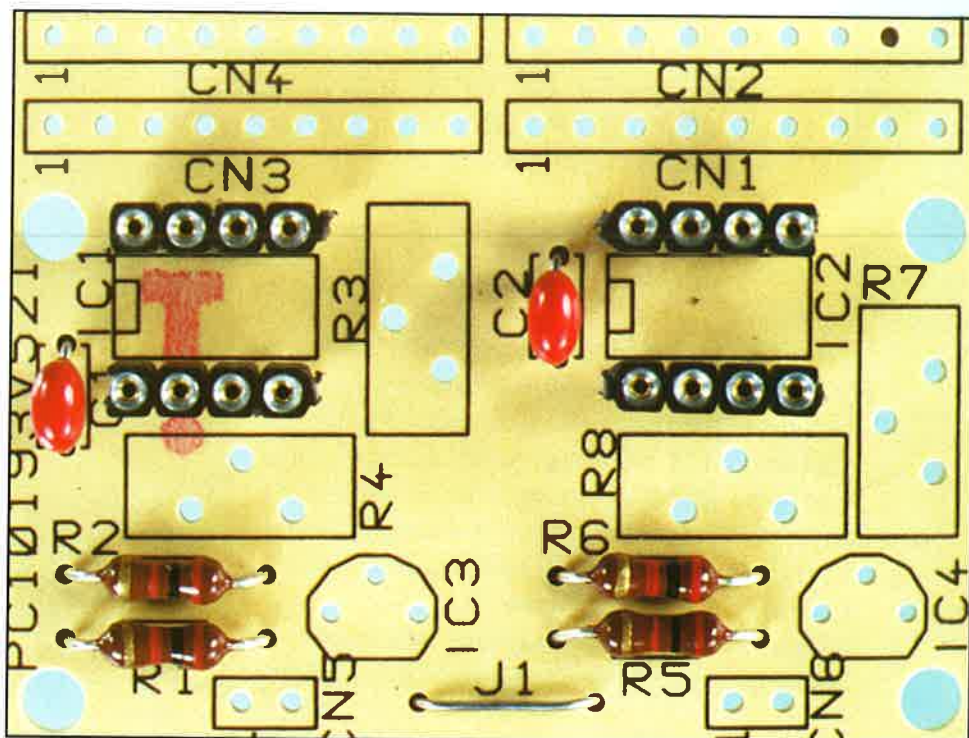
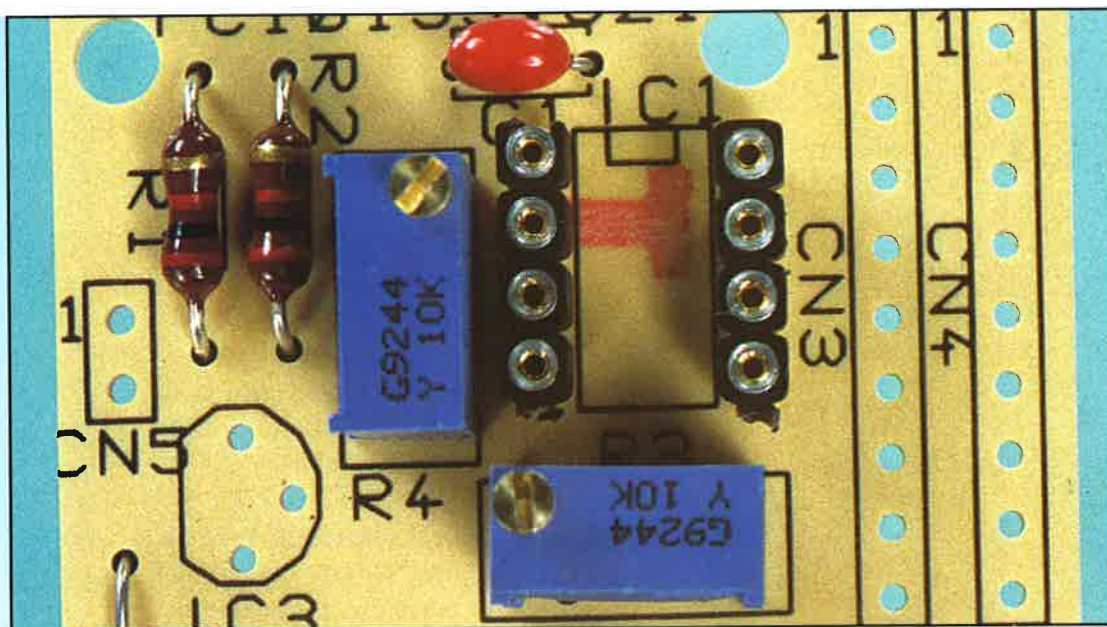
Il processo che avviene nel convertitore ADC0831 corrisponde ai diagrammi temporali riportati in

Scheda del circuito stampato utilizzata per l'interfaccia

Per prima cosa si devono montare i componenti passivi (senza dimenticare il ponticello J1)

La tensione di riferimento necessaria per poter determinare l'intervallo di misura è fornita dal circuito LM336

figura, che verranno di seguito esaminati con maggior dettaglio. Per prima cosa bisogna tener presente che al convertitore A/D deve essere fornita la tensione di riferimento che viene utilizzata per determinare l'intervallo di misura (in questo caso pari a 1 V). Questo valore di riferimento deve essere sufficientemente stabile, e per ottenerlo si è utilizzato un circuito integrato in grado di fornire il valore stabilizzato di 2,53 V necessario. Questo circuito è l'LM336 (2,5 V). Il potenziometro associato al circuito di riferimento rende possibile la regolazione al valore richiesto (1 V). Poiché il funzionamento interno di questo regolatore prevede l'utilizzo anche di un diodo zener, ed è incapsulato in un contenitore identico a quello utilizzato per il sensore (TO-92), si dovrà prestare attenzione quando si dovranno classificare i componenti dopo averli acquistati.

Stabilito l'intervallo di misura (di 1 V), la seconda regolazione da impostare è quella relativa al terminale 3 dell'ADC, che deve essere eseguita per mezzo del corrispondente potenziometro, e serve per definire il limite inferiore della temperatura misurabile. Poiché, come visto in precedenza, il valore massimo è pari al limite prefissato da questo stadio più l'intervallo di misura disponibile, in questo caso 1 V, nel circuito la regolazione dovrà essere impostata a 2,53 V, che corrispondono al valore termico di -20 °C.

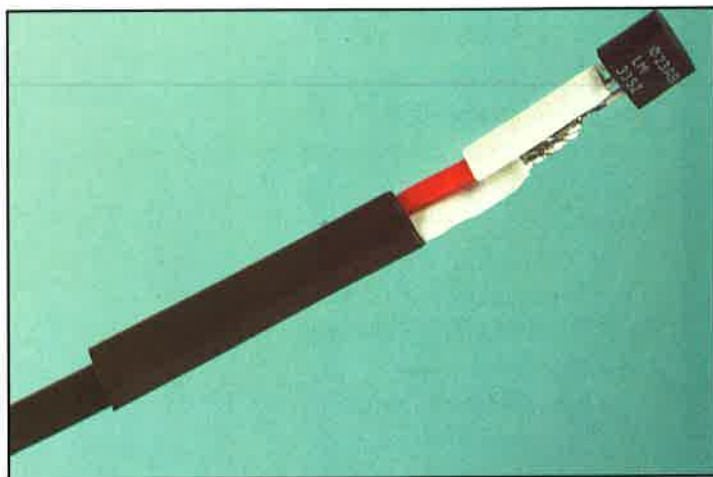
La sequenza di invio dei dati convertiti è gestita dal terminale di ingresso del segnale di clock (CLK). In un primo momento il reset sul terminale di Chip Select (/CS) e l'abilitazione dell'ingresso del segnale di clock avviano la conversione del segnale differenziale presente sugli ingressi +V e -V. Il processo di conversione viene eseguito in un tempo molto breve (nel caso dell'ADC0831 la conversione analogico/digitale avviene in soli 32 microse-

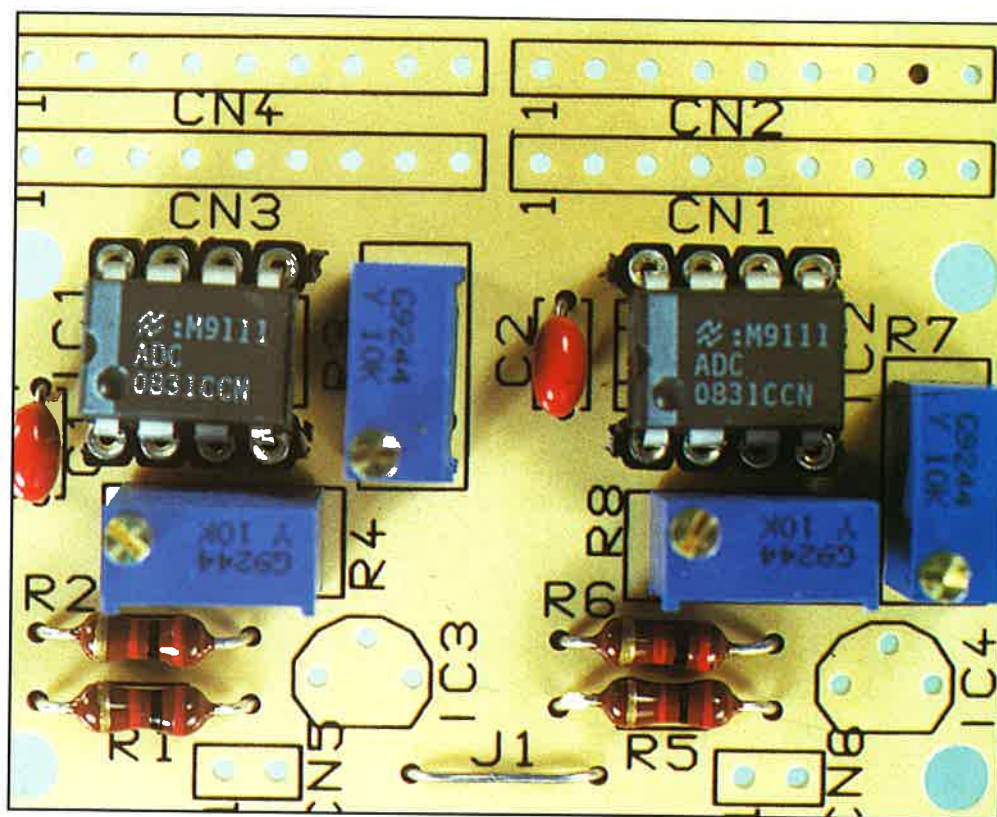
Successivamente devono essere montati i terminali torniti che servono da zoccoli per gli integrati

I potenziometri devono essere del tipo multigiri

condi), dopodiché l'ADC invia gli 8 bit relativi al dato corrispondente a questa misura. Come si può osservare nel diagramma temporale, questa trasmissione seriale viene sincronizzata dagli impulsi di clock, e inizia dal bit 7 (MSB) per terminare con l'impulso di clock che invia il bit 0 o LSB.
La gestione di questa scheda di interfaccia per la misurazione della temperatura si ottiene per mezzo della scheda di I/O presentata in precedenza. In questo modo i segnali di controllo (segnale di clock e /CS), vengono inviati al circuito attraverso il connettore per i segnali di uscita della scheda I/O, mentre i dati letti dal computer sono quelli inviati all'interfaccia tramite gli ingressi della scheda di I/O suddetta.

REALIZZAZIONE DELL'INTERFACCIA

I circuiti integrati LM335 e LM336 non devono essere assolutamente scambiati quando vengono montati

Le sequenze di montaggio dell'interfaccia per la rilevazione della temperatura non differiscono molto da quelle già viste per altri montaggi dalle caratteristiche similari. Una prima cosa da notare è che il circuito stampato è a singola faccia, per cui la fase di saldatura risulta ulteriormente semplificata.
Come si può osservare nella figura corrispondente, i componenti utilizzati sono di facile individuazione. Si deve prestare particolare attenzione solo agli integrati LM335 e LM336, che sono tra loro molto simili e che non devono assolutamente essere scambiati. Questo fatto, unitamente alla semplicità del progetto e del montaggio, che deve essere eseguito secondo la sequenza delle fotografie riportate in queste pagine, fanno di questo circuito un dispositivo consigliato a tutti gli appassionati della strumentazione di misura controllata attraverso il computer.
Giunti a questo punto si deve ricordare che questo circuito non può funzionare da solo, ma è necessario collegarlo all'elaboratore tramite la scheda di I/O realizzata in precedenza. Per collegare questa scheda al circuito di rilevazione della temperatura si devono costruire due cavi paralleli (a 9 fili) con i relativi connettori femmina cablati agli estremi.
Il montaggio dei componenti inizia con quelli passivi, costituiti dalle resistenze e dai condensatori. Successivamente bisogna saldare i terminali

La sonda deve essere realizzata con particolare cura, utilizzando della guaina termorestringente e del silicone

torniti che vengono utilizzati come zoccoli per gli integrati (per i due ADC).
Non si può dimenticare il ponticello che deve essere realizzato nella posizione serigrafata con J1 (utilizzando un pezzetto di filo conduttore o il terminale di una resistenza).
Poiché i circuiti di misura sono due, è necessario raddoppiare il numero dei potenziometri, che devono essere saldati sul circuito (nella fotografia corrispondono ai componenti di colore azzurro). Si consiglia di utilizzare potenziometri multigiri in miniatura.
Ora non resta che saldare le file di terminali che serviranno per il collegamento del circuito alle altre schede; è possibile osservare che queste file devono essere doppie e allineate (CN1 e CN2 su di un alto del circuito, CN3 e CN4 sull'altro lato), per favorire una possibile estensione nell'utilizzo dell'interfaccia, come verrà analizzato dettagliatamente in seguito. Il montaggio della sonda richiede molta attenzione, soprattutto se si desiderano effettuare delle misure senza avere problemi, ed ottenere risultati corretti anche quando si opera in cattive condizioni ambientali.

A questo punto si possono inserire gli integrati IC1 e IC2

Come si può osservare nello schema corrispondente, uno dei terminali del sensore LM335, e più precisamente quello indicato con ADJ, non viene utilizzato in questa realizzazione, per cui deve essere tagliato a filo del contenitore plastico. Va detto che anche l'altro integrato LM336 incapsulato in un contenitore TO-92, che fornisce la tensione di riferimento, non usa il terzo terminale, ma questo dovrà comunque essere saldato allo stampato.
Il passo successivo prevede il cablaggio di un cavo schermato saldato ai due terminali della sonda. Per fare in modo che la sonda assuma un aspetto sufficientemente professionale si dovranno rendere le saldature a tenuta stagna.

È necessario costruire una coppia di cavi paralleli a 9 fili con due connettori femmina agli estremi

Non bisogna dimenticare di eseguire un ponte con del filo conduttore nella posizione indicata con J1

Elenco componenti

Resistenze

R1,R2,R5,R6 = 2 kΩ

R3,R4,R7,R8 = 10 kΩ

potenziometri verticali multigiri in miniatura

Condensatori

C1,C2 = 100 nF, multistrato

Semiconduttori

IC1,IC2 = ADC0831

IC3,IC4 = LM336 (2,5 V)

IC5,IC6 = LM335

Varie

Terminali maschi a saldare

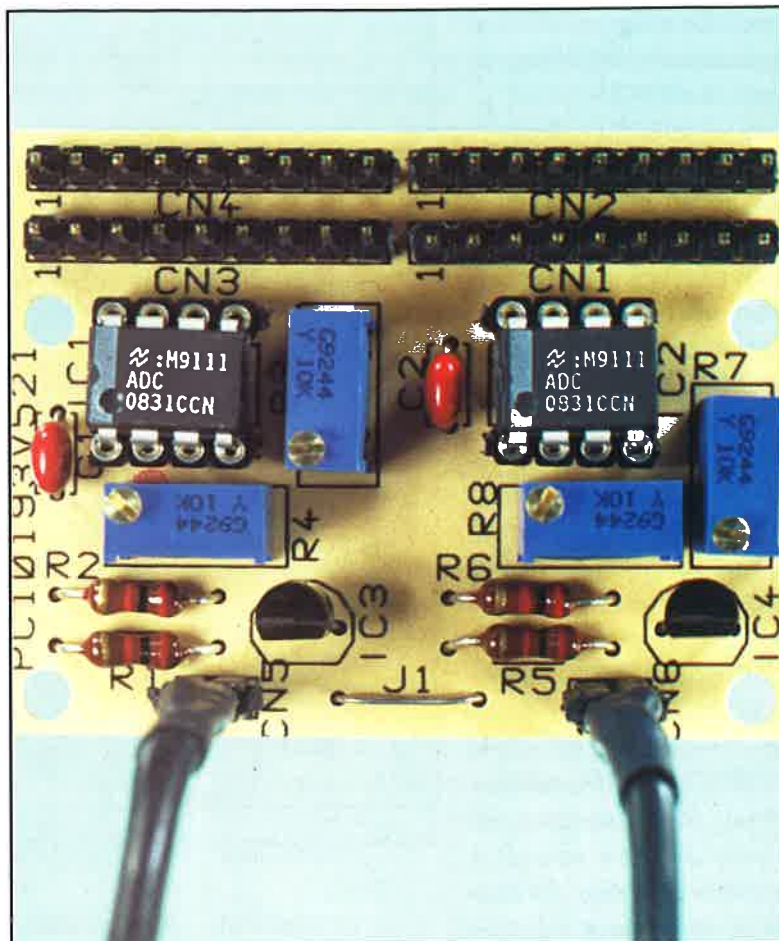
Terminali femmina a saldare

Terminali torniti per zoccoli

Circuito stampato PC10193V521

2 metri di cavo coassiale di piccola sezione

Guaina termorestringente

Ciò si ottiene ricoprendo le stesse con della guaina termorestringente.
Si consiglia di ricoprire anche l'intera sonda con una guaina termorestringente di maggior diametro, ma prima di eseguire questa operazione è opportuno siliconare le parti terminali in modo da renderle perfettamente stagne.
L'altro capo della sonda dovrà essere dotato degli opportuni connettori femmina per il collegamento alla scheda; i punti di collegamento, come illustrato nella relativa figura, corrispondono ai connettori CN5 e CN8 rispettivamente. Con riferimento alla figura del contenitore per l'LM335 e l'LM336, verificare la piedinatura e il relativo verso di collegamento poiché il sensore, essendo un diodo, risulta polarizzato e non deve essere collegato al contrario.
É buona norma applicare della guaina termorestringente anche sui terminali del cavo parallelo a 9 fili, come mostrato nella figura corrispondente, per fornire una maggior consistenza alle saldature e conferire un aspetto più professionale al dispositivo.

Le sonde di temperatura devono essere collegate ai terminali predisposti sul circuito stampato

Piedinatura dei circuiti integrati utilizzati per la realizzazione dell'interfaccia termica